

Faxe Forsyning
Freerslev Å og Karise Bæk

ROBUSTHEDSANALYSE

Rekvirent	Faxe Forsyning Peter Warming-Andersen Jens Chr. Skous Vej 1, 4690 Haslev 1577 København Verdi Johansen
Rådgiver	Orbicon A/S Linnés Allé 2 2630 Taastrup
Projektnummer	3691900098
Projektleder	Maja la Cour Bohr
Udført af	Ewelina Gallus og Sidsel Maimann Davidsen
Kvalitetssikring	Jan Gregersen
Revisionsnr.	1
Godkendt af	Lea Bjerre Schmidt
Udgivet	10-10-2019

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	4
2. METODE	5
2.1. Robusthedsanalysens grundprincip	5
2.2. Forudsætninger i robusthedsanalysen	6
2.3. Oversvømmelsesberegninger - fremgangsmåde	6
2.4. Erosionsberegninger - fremgangsmåde	7
3. DATAGRUNDLAG	9
3.1. Vandløbsskikkelser.....	9
3.1.1 Topografiske oplande.....	10
3.1.2 Manningtal.....	13
3.1.3 Afstrømningsværdier, fastlæggelse af den naturlige afstrømning	14
4. RESULTATER AF ROBUSTHEDSANALYSEN	15
4.1. Kapacitetsberegninger.....	15
4.1.1 Freerslev Å og Tryggevælde Å øvre	18
4.1.2 Karise Bæk.....	19
4.2. Erosionsanalysen	20
5. KONKLUSION PÅ ROBUSTHEDSANALYSEN	22
6. REFERENCER	22

BILAGSFORTEGNELSE

BILAG 1: REFERENCEBEREGNINGER

BILAG 2: KAPACITETSBEREGNINGER, VINTERSCENARIER

BILAG 3: EROSIONSSCREENING

1. INDLEDNING

I forbindelse med kloakseparering i Dalby og Karise skal regnvand ledes til henholdsvis Freerslev Å og Karise Bæk. Dette kræver en udledningstilladelse fra Faxe Kommune, som er vandløbsmyndighed for Freerslev Å og Karise Bæk. Nærværende notat indeholder en robusthedsanalyse for Freerslev Å og Karise Bæk, bestående af en hydraulisk kapacitetsanalyse og en analyse af risiko ift. erosion. Robusthedsanalysen skal indgå i Faxe Forsynings ansøgning om udledningstilladelse. Analysen omfatter strækninger af Tryggevælde Å, Freerslev Å, Stevns Å og Karise Bæk, se Figur 1.



Figur 1: Vandløb, der indgår i Robusthedsanalysen. De røde markeringer er udledningspunkterne, den sorte linje viser kommunegrænse.

Notatet beskriver datagrundlaget for analysen og resultaterne af denne - herunder gives en samlet vurdering af vandløbets kapacitet og robusthed over for erosion, med en anbefaling til et maksimalt udledningsniveau til både Freerslev Å og Karise Bæk.

Analysen er en screening og skal understøttes af kendskab til vandløbet.

2. METODE

Der er udført to analyser:

- En kapacitetsanalyse der belyser vandløbets hydrauliske kapacitet i forhold til det topografiske opland. Denne analyse forholder sig til vandløbets faktiske kapacitet og skelner ikke mellem om vandløbets opland i dag er befæstet eller naturligt, men forholder sig udelukkende til afstrømningen fra det samlede vandløbsopland til de enkelte vandløbsstrækninger.
- En erosionsanalyse der ud fra en stream power værdi (energiniveau) belyser erosionsrisikoen for de enkelte vandløbsstrækninger.

Samlet kaldes disse analyser for en robusthedsanalyse.

2.1. Robusthedsanalysens grundprincip

Robusthedsanalysen giver et billede af vandløbets robusthed i forhold til to centrale parametre: oversvømmelsesrisiko og erosionsrisiko.

Ved at regne på forskellige afstrømningsniveauer kan vandløbets kapacitet og eventuelle flaskehalse identificeres. De beregnede vandspejl trækkes ud i terrænet for at se hvilke arealer der oversvømmes ved et givent afstrømningsniveau.

Lavtliggende eng- og mosearealer vil naturligt blive oversvømmet også ved mindre afstrømningsniveauer. I den hydrauliske analyse skelnes der derfor imellem om oversvømmelserne sker i områder med beboelse, hvor selv en kortvarig oversvømmelse vurderes som kritisk, på dyrkede arealer eller på lavtliggende naturarealer, hvor en kortvarig oversvømmelse ikke vurderes som kritisk.

Den anden parameter i robusthedsanalysen er erosionsrisikoen, som omhandler de fysiske forhold i selve vandløbet. Der foregår i alle vandløb en løbende erosion af vandløbets sider og bund, og denne varierer alt efter de afstrømnings- og jordbundsmæssige forhold i de enkelte vandløbsoplande. Ledes der unaturligt store mængder vand til et vandløb, øges presset på bund og sider, hvilket kan bevirke en øget erosion. Dette kan igen påvirke vandløbets profil, såvel som det kan medføre forringelse af miljøtilstanden.

Ofte ses der stor erosionsrisiko i vandløb med stort fald, hvor vandløbets bundmateriale netop har tilpasset sig denne påvirkning og fremstår med forholdsvis groft materiale, grus og sten.

Oversvømmelsesrisikoen beskrives som oversvømmelsesniveauer af de vandløbsnære arealer, mens erosionsrisikoen vurderes ud fra en beregning af energiniveauet på delstrækninger i vandløbet.

Analysen af begge parametre følger samme princip:

- 1) Der beregnes på en referencesituation, som svarer til en medianmaksimumafstrømning i vandløbet (hvor vandløbet ikke påvirkes af regnvandsudledninger).

- 2) Derefter gennemføres en række scenarieberegninger, hvor afstrømningsniveauet gradvist øges.
- 3) Det anbefalede acceptable udledningsniveau findes ved at identificere det udledningsniveau, hvorved hverken oversvømmelses- og erosionsrisikoen overskrider det acceptable niveau.

2.2. Forudsætninger i robusthedsanalysen

Der er foretaget en række stationære vandspejlsberegninger i vandspejlsberegningsprogrammet VASP, for at undersøge risikoen for hhv. oversvømmelse og ødelæggende erosion af vandløbene som følge af udledningen.

I praksis vil vandføring og vandstand stige i forbindelse med en regnhændelse, hvorefter vandføring og vandstand igen falder efter det er holdt op med at regne. Jo større vandløbsoplandet er, jo mindre vil sandsynligheden være for, at det regner i hele oplandet på samme tid. Maksimumafstrømningernes størrelse er derfor ofte mindre nedstrøms i vandløbssystemet, da der oftest sker en kraftig udjævning af nedbørshændelser i et større opland. Tilsvarende er vandløbenes specifikke kapacitet derfor oftest større i de øvre ender af vandløbssystemerne.

I stationære beregninger indgår der ikke en tidsfaktor. Populært kan man sige "at det aldrig holder op med at regne". Det er ligeledes en forudsætning ved de udførte stationære beregninger, "at det regner i hele oplandet på en gang". Dette har særligt betydning for de nedstrøms dele af hovedvandløbene, hvor beregningsresultaterne vil være særligt overestimerede, da regnhændelser fra de forskellige deloplande i praksis vil afstrømme i vandløbene med en vis forskydning afhængig af hvordan det faktisk regner, jævnfør ovenstående.

Det skal også nævnes, at en udledning fra et givent areal har mindre betydning for den samlede vandføring i vandløbet jo større oplandet og afstrømningen er.

De oversvømmelsesniveauer der fremkommer i de stationære beregninger vil derfor være overestimerede og beregningerne skal således betragtes som konservative beregninger, hvor der i resultaterne er indlagt en form for forsigtighedsprincip.

2.3. Oversvømmelsesberegninger - fremgangsmåde

Indledningsvist er der udført en analyse med vinter- og sommermedianmaksimumafstrømningerne. Denne analyse viste, at beregningen ved en vintermedianmaksimumafstrømning giver et højere referencevandspejl end beregningen ved sommermedianmaksimum, fordi vintermedianmaksimumafstrømningen er væsentlig højere end sommermedianmaksimumafstrømningen, som vandløbets bedre vandføringsevne om vinteren i dette tilfælde ikke kompenserer for.

Det er derfor valgt at udføre oversvømmelsesberegningerne ved en vintermedianmaksimumafstrømning som scenarieberegninger.

For vinter er der således gennemført en serie vandstandsberegninger, hvor afstrømningsniveauet øges. Ud fra disse beregninger er det muligt at vurdere vandløbets kapacitet til bortledning af regnvand ved forskellige afstrømningsniveauer.

De beregnede vandstande i vandløbene sammenholdes med terrænmodellen for at kortlægge, hvor, og ved hvilke afstrømningsniveauer for det samlede opland, vandløbene vil være i risiko for at oversvømme omkringliggende arealer.

I forbindelse med terrænanalysen er der taget udgangspunkt i en 0,4 x 0,4 meter højdemodel fra 2018 hentet fra Geodatastyrelsen¹. Højdemodellen er efterfølgende resamplet til 0,8 x 0,8 meter, for at gøre beregningen på det store opland operationel.

De beregnede vandspejl i vandløbene skal være højere end terrænkoterne i det givne areal, for at et areal vurderes i risiko for at blive oversvømmet. Herudover er det en forudsætning, at der er direkte hydraulisk forbindelse mellem vandløbet og arealet. Ligger der et højereliggende område mellem arealet og vandløbet, vil der ikke ske en direkte oversvømmelse af arealet.

Det oversvømmede areal vurderes endvidere i henhold til arealanvendelsen. Lavtliggende naturarealer som søer, moser og enge vil (og skal) i overensstemmelse med naturtyperne oversvømmes med jævne mellemrum, og dette forhold vurderes ikke som en tabsgivende oversvømmelse.

En oversvømmelse på dyrkede arealer vurderes som tabsgivende, med mindre det drejer sig om et mindre lavtliggende areal der på luftfoto allerede i dag kan erkendes som et vandlidende areal.

Oversvømmelse af arealer med beboelse eller tekniske anlæg vurderes altid som tabsgivende oversvømmelser.

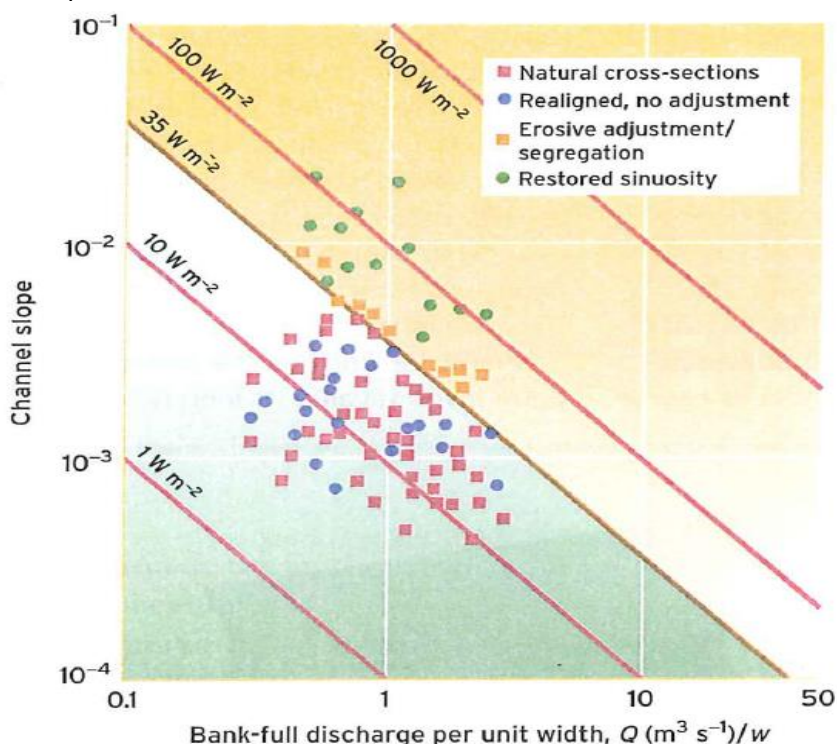
2.4. Erosionsberegninger - fremgangsmåde

Der er på samme vis, som ved oversvømmelsesberegningerne, gennemført en række vandspejlsberegninger, hvor afstrømningen trinvist øges, for at belyse erosionsrisikoen ned igennem vandløbet. Fra disse beregninger fås en såkaldt stream power værdi for de enkelte delstrækninger ned igennem vandløbene.

I forhold til erosionsrisiko er vandets hastighed den mest kritiske parameter. De højeste hastigheder opnås som regel om vinteren, hvor der er færre vand- og kantplanter til at skabe modstand i vandløbet, samtidig med, at der er en større vandføring. Den naturlige afstrømning i forhold til erosionsrisikoen (belyst ved stream power) er fastlagt som en medianmaksimumafstrømning og et Manningtal.

¹ www.download.kortforsyningen.dk

Stream power er et udtryk for energien i vandløbet, og regnes som produktet af bundforskydningsspændingen og middelhastigheden. Den engelske forsker Andrew Brookes har tidligere udført en række studier i danske og britiske vandløb af hvor stor en energi i vandløbet, der resulterer i ustabile forhold – svarende til forhold, hvor der sker erosion i vandløbet, og vandløbet dermed flytter sig. Resultaterne viser, at der er en klar tendens til, at vandløbene bliver ustabile ved stream power-værdier på mere end 35 W/m^2 , se Figur 2. Derfor er der i denne undersøgelse som udgangspunkt sat en maksimal acceptabel grænse for stream power-værdien på 35 W/m^2 , da det forventes, at der vil opstå erosion, når denne værdi overskrides.



Figur 2: Resultatet af en undersøgelse af sammenhængen mellem stream power og erosion i danske vandløb. De gule firkanter markerer vandløb, der udviser tegn på erosion (fra Brookes 1984).

Grænseværdien på 35 W/m^2 refererer dog til regulerede vandløb, som er anlagt med et åbent profil. Det vil sige vandløb, som er rettet ud og ikke længere slynger sig naturligt. Mange steder, hvor vandløbene enten er uregulerede, eller hvor profilet er låst fast af sten og trærødder, vil der i den naturlige referencesituation til tider kunne opleves stream power-værdier over 35 W/m^2 uden, at det medfører erosion i vandløbene.

Vandløbets bund og sider vil over tid tilpasse sig til energiniveauet i vandløbet. I erosionsscreeningen ses der derfor også på ændringer i stream power niveau ved øget udledning.

Erosionsberegningerne skal således ses som en screening. De udpegede strækninger kan med fordel undersøges i felten for at vurdere, om der reelt vil være en risiko for erosion.

3. DATAGRUNDLAG

3.1. Vandløbsskikkelser

Der er opsat en vandløbsmodel, der indeholder Freerslev Å, Tryggevælde Å øvre, Karise Bæk, Stevns Å og Tryggevælde Å nedre, se Figur 1. For at kunne gennemføre hydrauliske beregninger på et vandløb skal der anvendes dimensioner for vandløbet i form af tværsnitsprofiler (vandløbets form - dybde og bredde). I analysen er der anvendt regulativdata, som er beskrevet i Tabel 1, og for Karise Bæk opmålingsdata fra 2019.

I forbindelse med analysen er der ikke regnet med rørførte strækninger for følgende vandløb: Tryggevælde Å øvre, Tryggevælde Å nedre, Freerslev Å og Stevns Å. Der er kun inkluderet rørførte strækninger i Karise Bæk.

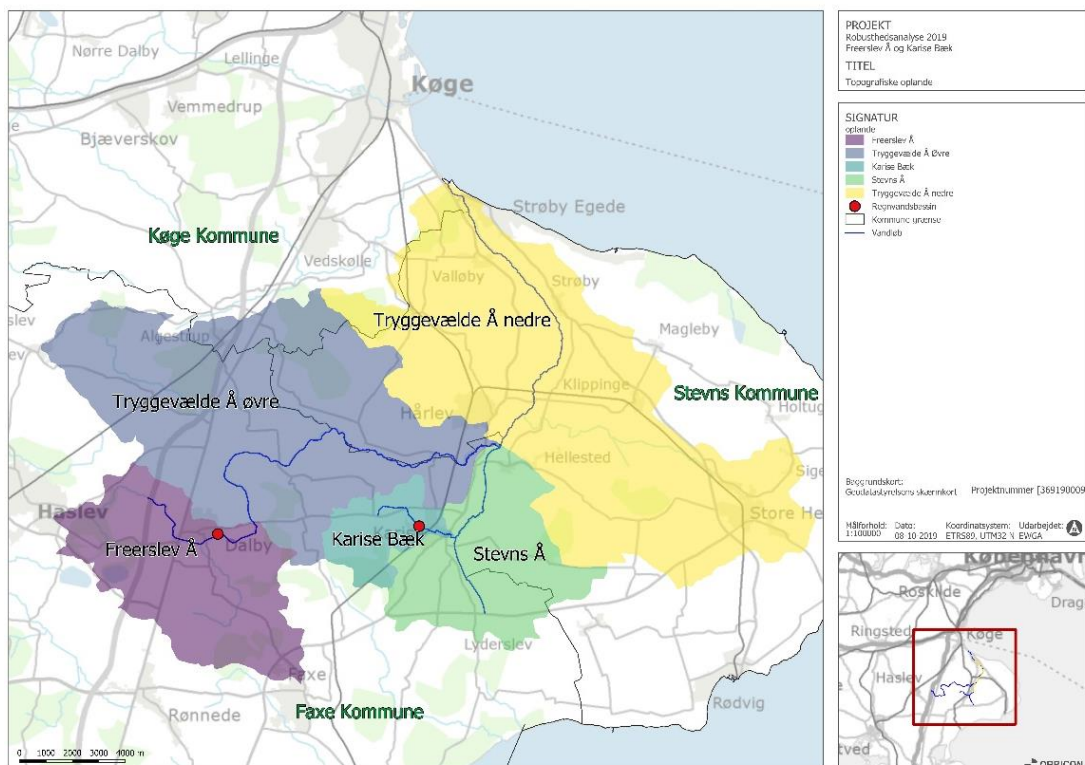
Tabel 1: Anvendt regulativer i forhold til vandløbsgeometrien

Vandløb	Station (m)	Kommune	Beskrivelse	Reference
Freerslev Å	0 – 5988	Faxe	Recipient for regnvandsudløb, udløb til Tryggevælde Å øvre del	Regulativ for Vråby Å, Freerslev Å og Tryggevælde Å, Storstrøms Amt, marts 1993
Freerslev Å	2092	Faxe		Tilladelse til udskiftning af bro over Freerslev Å, Ejendom: 1a og 10c Babberup By, Sdr. Dalby, Faxe Kommune, september 2018
Tryggevælde øvre del	0 – 13482	Faxe	Udløb til Tryggevælde Å nedre	Regulativ for Vråby Å, Freerslev Å og Tryggevælde Å, Storstrøms Amt, marts 1993
Tryggevælde øvre del	13820 – 16536	Faxe	Gensnoet strækning opstrøms indløb af Stevns Å	Tilladelse og dispensation til at gensno del af Tryggevælde Å, uden forudgående VVM-redegørelse. Storstrøms Amt, oktober 2005.
Karise Bæk	0 – 3303	Faxe	Recipient for regnvandsudløb, udløb til Stevns Å	Regulativ for Kommunevandløb nr. 7,8 og 9 Karise Bæk og Pebbinge Bæk samt fra afløb fra Store Lindemose

				i Faxe Kommune, 1995
Karise Bæk	1758 – 3303	Faxe	Udløb til Stevns Å	Opmåling 2019, Orbicon
Stevns Å	0 – 7706	Stevns	Udløb til Tryggevælde Å nedre	Regulativ for Kommunevandløb nr. 6 Faxe Kommune og Kommunevandløb nr. 13 Stevns Kommune, STEVNS Å, 1994
Tryggevælde nedre del	0 – 13482	Stevns	Udløb i Køge Bugt	Regulativ for Tryggevælde Å, Amtsvandløb nr. 9, Roskilde Amt, marts 1994

3.1.1 Topografiske oplande

Topografiske oplande til vandløbene, som er benyttet til beregningerne, er vist på Figur 3.



Figur 3. Topografiske oplande til Freerslev Å, Tryggevælde Å øvre, Karise Bæk, Stevns Å og Tryggevælde Å nedre.

De topografiske vandløbsoplande, der indgår i modellen, er kortlagt på baggrund af oplandsoplysninger fra Orbicons vandskelsdatabase kombineret med en terrænanalyse af højdemodellen fra Geodatastyrelsen, 2018.

I følgende oplandsanalyse er vandløbsoplandet til Freerslev Å på 42,1 km², Tryggevælde Å øvre 180,5 km², Karise Bæk 11,2 km², Stevns Å 44,37 km² og Tryggevælde Å nedre 297,1 km².

Af Tabel 2- Tabel 6 fremgår oplandene til de respektive vandløbsstrækninger med den valgte fordeling. Oplandene er angivet som oplandstilvækst og ikke summeret.

Tabel 2: Freerslev Å, oplandsstørrelser.

Beskrivelse	Station [meter]	Oplandstilvækst [km ²]
Startopland	78	9,46
	2882,5	4,03
Tilløb højre	2900	5,17
	3131,7	0,07
Tilløb højre	3173	15,42
	5544	2,34
Tilløb højre	5563	5,45
Udløb i Tryggevælde Å øvre	5988	0,19
Total		42,1

Tabel 3: Tryggevælde Å øvre, oplandsstørrelser.

Beskrivelse	Station [meter]	Oplandstilvækst [km ²]
Startopland	0	42,1
	1649	1,54
Tilløb venstre	1649,01	1,68
	2700	1,61
Tilløb venstre	2706	1,21
	6050	4,05
Tilløb højre	6051	2,36
	7823	2,43
Tilløb venstre	7844	39,93
	7941	0,01
Tilløb venstre	7942	16,85

	10276	2,67
Tilløb venstre	10280	3,48
	11170	0,48
Tilløb højre	11170,1	8,31
	16290	7,43
Tilløb fra Stevns Å	16536	44,37
Total		180,5

Tabel 4: Trykgevælde Å nedre, oplandsstørrelser.

Beskrivelse	Station [meter]	Oplandstilvækst [km ²]
Startopland	0	182,50
	705	0,76
Tilløb højre	706	8,02
	1071	0,23
Tilløb venstre	1071,1	5,65
	1554	0,39
Tilløb højre	1560	44,09
	2330	1,32
Tilløb venstre	2330,1	13,32
	4626	4,32
Tilløb højre	4626,1	5,54
	5719	2,22
Tilløb højre	5719,1	2,91
	7578	3,60
Tilløb venstre	7578,1	2,88
	8573	1,74
Tilløb venstre	8573,1	2,17
	8961	0,40
Tilløb højre	8961,1	1,75
	11642	3,72
Tilløb venstre	11642,1	8,90
	13481,9	2,66

Total		297,1
--------------	--	--------------

Tabel 5: Stevns Å, oplandsstørrelser.

Beskrivelse	Station [meter]	Oplandstilvækst [km ²]
Startopland	0	2,80
	3154	11,87
Tilløb venstre (Karise Bæk)	3155	11,20
	4210	1,10
	4211	10,10
Tilløb højre	7706	7,30
Total		44,37

Tabel 6: Karise Bæk Å, oplandsstørrelser

Beskrivelse	Station [meter]	Oplandstilvækst [km ²]
Startopland	0	5,60
	3303	5,60
Total		11,20

3.1.2 Manningtal

Ved oversvømmelsesberegningerne er der som tidligere beskrevet regnet både på sommer- og vintermedianmaksimumafstrømning som referenceberegninger. Tabel 7 viser benyttet sommer- og vintermanningtal for alle strækninger. Manningtal i rør er erfaringsmæssigt sat til 60.

Tabel 7: Manningtal for Freerslev Å, Tryggevælde Å øvre, Tryggevælde Å nedre, Stevns Å og Karise Bæk

Vandløb	Sommermanningtal	Vintermanningtal
Freerslev Å	13	20
Tryggevælde Å øvre	15	23
Tryggevælde Å nedre	18	30
Stevns Å	15	23
Karise Bæk Å	13	20

Ved erosionsanalysen er der regnet med en vintermedianmaksimum som referenceberegning og ovenstående vintermanningtal ved de respektive scenarieberegninger.

3.1.3 Afstrømningsværdier, fastlæggelse af den naturlige afstrømning

Som forarbejde til denne robusthedsanalyse er der fastlagt karakteristiske afstrømninger. Afstrømningsdata kommer fra den hydrometriske målestation: 59,01 Tryggevælde å, Lille Linde.

Referencestationen er udvalgt ud fra forhold som geografisk nærhed, oplandsstørrelse og omfang af kunstig påvirkning. De karakteristiske afstrømninger er bestemt for den gældende hydrologiske referenceperiode 1986-2015. Følgende karakteristiske afstrømningsværdier er bestemt for Tryggevælde Å, se Tabel 8.

Tabel 8: Karakteristisk afstrømning Tryggevælde Å for referenceperiode 1986-2015. Vinter er defineret til perioden fra 1. november – 30. april. Sommer er defineret til perioden 1. maj – 31. oktober.

Karakteristisk afstrømning	Afstrømning [l/sek/km ²]
Vinter 2-års maksimum (Vintermedianmaksimum)	58,10
Sommer 2-års maksimum (Sommermedianmaksimum)	25,90

Afstrømningsstatistikken giver lavere værdier end det er typisk for Sjælland, hvilket formentlig skyldes det relativt flade terræn samt søer/grusgrave i oplandet, der har en dæmpende effekt på høje afstrømninger.

Referenceniveauet er beregnet ved en sommermedianmaksimum på 25,90 l/sek/km² (0,259 l/sek/ha) og en vintermedianmaksimumafstrømning på 58,10 l/sek/km² (0,581 l/sek/ha).

4. RESULTATER AF ROBUSTHEDSANALYSEN

Resultatet af analysearbejdet er gengivet i form af nedslag på særligt relevante strækninger.

4.1. Kapacitetsberegninger

Indledningsvist er der regnet på 2 referencesituationer: sommermedianmaksimum som svarer til 0,259 l/sek/ha og vintermedianmaksimum på 0,581 l/sek/ha . Disse viser hvilke vandstande, der ville være ved den afstrømning, der antages at repræsenterer naturlige forhold.

Ved referenceberegningerne ses, at hovedparten af vandløbsstrækningerne har god vandføringsevne (Figur 4). I Tryggevejle Å fremstår vandløbet og den omkringliggende ådal våd, hvilket regnes for naturlig tilstand ihht. naturtypen ådal. Kun i mindre områder ved Tryggevejle Å øvre ses en yderligere påvirkning af omkringliggende arealer ved vinter- og sommermedianmaksimumafstrømninger, se Figur 5.



Figur 4: Referenceberegning ved vintermedianmaksimumafstrømning 0,259 l/s/ha (blå arealer) og sommermedianmaksimumafstrømning 0,581 l/s/ha (gule arealer). Luftfoto forår 2018.

De markerede områder vist på Figur 5 ligger lavt i forhold til de beregnede vandspejl ved referenceberegningerne. Områderne fremstår allerede i dag vandlidende på luftfoto fra forår 2018 og periodevise oversvømmelser her anses derfor som den naturlige tilstand.



Figur 5. Referenceberegning ved vintermedianmaksimumafstrømning (blå arealer) og sommermedianmaksimumafstrømning (gule arealer). De blå/gule arealer dækker et område, der allerede kan erkendes som vandlidende på luftfoto fra forår 2018.

Vandspejlsberegningen fremgår af Bilag 1 som viser, at de beregnede vandspejl ved en vintermedianmaksimumafstrømning er højere end de tilsvarende beregnede vandspejl ved en sommermedianmaksimumafstrømning. Dette skyldes at medianmaksimumsværdien er en del højere om vinteren, samt at dette ikke kompenseres af en højere vandføringsevne og manningtal.

Der er efter aftale med Faxe Forsyning regnet på to scenarier for vinter, hvor afstrømningen fra hele oplandet øges, således at der ledes mere vand til vandløbet. Der er således regnet på en afstrømning på hhv. 0,77 l/sek/ha og 1 l/sek/ha, svarende til 77 og 100 l/sek/km².

Resultatet af kapacitetsberegningerne fremgår af Bilag 2 som indeholder scenarier for vinter.

Figur 6 viser de resulterende oversvømmelser ved vinterberegningerne. Det ses, at der ved afstrømningsværdier på 0,77 l/sek/ha og 1 l/sek/ha fremkommer større arealer, hvor de beregnede vandspejl ligger højere end terrænkoterne. Det kan derfor forventes, at der ved disse scenarier bliver tiltagende vådere end det er tilfældet ved vintermedianmaksimumafstrømningen. Ved scenarieberegninger med 1 l/sek/ha kan der således konstateres oversvømmede områder på landbrugsarealer.



Figur 6: Beregninger med vintermedianmaksimum 0,581 l/s/ha (blå arealer) og scenarieberegninger ved 0,77 l/s/ha (gule arealer) og 1 l/s/ha (røde arealer).

I det følgende gennemgås strækninger af Freerslev Å og Karise Bæk, hvor kapaciteten overskrides ved scenarieberegningerne.

4.1.1 Freerslev Å og Tryggevælde Å øvre

Der er foretaget en robusthedsanalyse af Freerslev Å og den nedstrøms liggende Tryggevælde Å øvre, i forhold til højere udledningsniveauer. Det fremgår af Figur 7, at hovedparten af strækningerne i Freerslev Å og den øvre del af Tryggevælde Å har en udmærket vandføringsevne. Ingen bebyggede arealer er oversvømmede, og de markerede områder (gule/røde arealer) er enten i forvejen vandlidende eller allerede oversvømmede i referencesituationen.



Figur 7: Scenarieberegninger ved hhv. 0,77 l/sek/ha markeret med gult og 1 l/sek/ha markeret med rødt for Freerslev Tryggevælde Å øvre. De farvede områder er områder, hvor terrænet ligger lavere end de beregnede vandspejl. Det ses, at en enkelt af de farvede arealer ligger tæt til en bygning. For oversvømmelse kræves det, at de lavtliggende områder er i direkte kontakt med vandløbet.

Det ses af Figur 8, at den opstrøms del af Tryggevælde Å øvre lige akkurat kan føre en afstrømning på 0,77 l/sek/ha, uden at bebyggede områder bliver oversvømmede. Bemærk, at de lavtliggende områder skal være i direkte kontakt med vandløbet, før der er oversvømmelse. Ved en afstrømning på 1 l/sek/ha er der direkte kontakt mellem vandløbet og et lavtliggende areal under bygning. Ved denne afstrømning vil der derfor være risiko for oversvømmelser af dette areal og omkringliggende bygninger.



Figur 8. Scenarieregninger ved hhv. 0,77 l/sek/ha markeret med gult og 1 l/sek/ha markeret med rødt. De farvede områder er områder, hvor terrænet ligger lavere end de beregnede vandspejl. Det ses, at en enkelt af de farvede arealer ligger tæt til en bygning. For oversvømmelse kræves det, at de lavtliggende områder er i direkte kontakt med vandløbet.

4.1.2 Karise Bæk

På baggrund af analyseresultaterne vurderes det, at Karise Bæk kan håndtere udledningstal op til 1 l/sek/ha. Det fremgår af Figur 9, at vandstanden selv ved høje afstrømninger ikke overskrider brinkkoterne og løber ud i terræn.



Figur 9. Scenarieregninger ved hhv. 0,77 l/sek/ha markeret med gult og 1 l/sek/ha markeret med rødt. De farvede arealer fremstår allerede i dag delvist vandlidende på luftfotos og anses derfor som naturligt periodevist oversvømmede.

Karise Bæk er karakteriseret ved et godt fald. Nedstrøms i Karise Bæk er der et område, der fremstår vådt ved både sommer- og vintermedianmaksimum (større gule område i

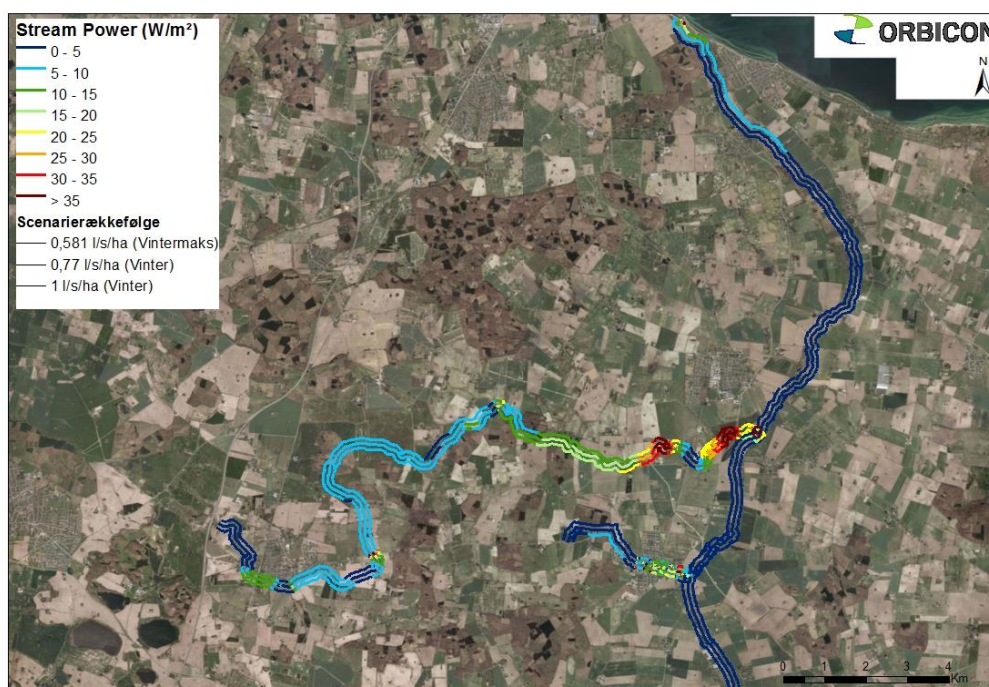
sydøstlige del af Figur 9). Dette areal udgøres af en sø og er derfor naturligt lavtliggende.

4.2. Erosionsanalysen

Resultatet af erosionsanalysen fremgår af Figur 10 og Bilag 3. Hver streg repræsenterer en scenarieberegning. Streger med stream power værdier over 35 W/m^2 (mørk Bordeaux) kan være i risiko, men også strækninger der ændrer farve kan være kritiske.

Er referenceberegningen ved vintermedianmaksimum i et punkt eller en delstrækning på vandløbet eksempelvis blå, og de øvrige scenarieberegninger er stigende i stream power værdi for det samme punkt eller delstrækning på vandløbet, skal opmærksomheden rettes mod dette punkt / delstrækning.

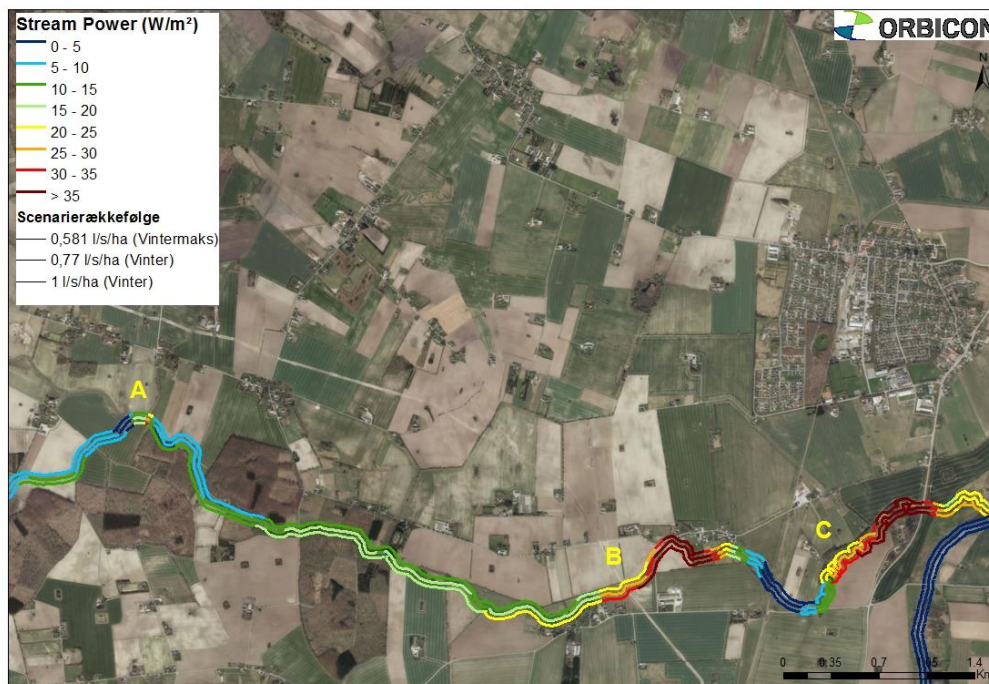
Screeningen i forhold til erosion viser, at erosionsrisikoen varierer mellem de enkelte vandløb og de enkelte strækninger.



Figur 10. Stream power værdi for de beregnede scenarier. Fra øverst til nederst er det: 0,58 l/sek/ha (vintermedianmaksimum), 0,77 l/sek/ha, og 1 l/sek/ha.

Den opstrøms del af både Freerslev Å og Tryggevælde Å er ikke i risiko for erosion, hverken ved vintermedianmaksimum eller de andre scenarieberegninger. Stream power værdierne forbliver de samme ved alle scenarieberegninger. På Figur 11 ses tre steder i Tryggevælde Å øvre: A, B og C hvor man kan se et skift i stream power værdien ved øget afstrømning. Det anbefales, at besigtige strækningen markeret med A, B og C med henblik på at vurdere, om der i praksis er risiko for erosionsproblemer.

Enkelte strækninger har stream power værdier over 35 W/m^2 både ved en vintermedianmaksimumafstrømning og for begge scenarier. Da Tryggevælde Å har et udmærket fald og stream power værdien er høj allerede ved vintermedianmaksimumafstrømning, har strækningerne sandsynligvis tilpasset sig et højt energiniveau.

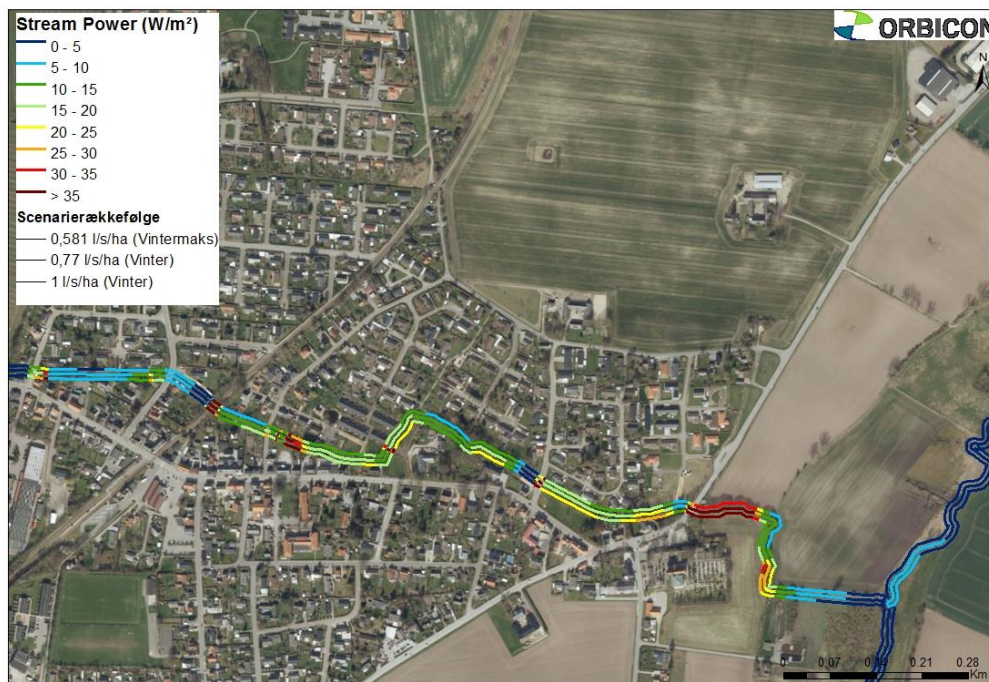


Figur 11: Stream power værdi for Tryggevælde Å øvre del. Fra øverst til nederst er det: 0,58 l/sek/ha (vintermedianmaksimum), 0,77 l/sek/ha, og 1 l/sek/ha.

Det fremgår af Figur 10 at den opstrøms del af Karise Bæk, Stevns Å og hele strækningen af Tryggevælde Å nedre del er ikke i risiko for erosion, hverken ved vintermedianmaksimum eller de forskellige scenarieberegninger.

Det fremgår af Figur 12, at Karise Bæk har forskellig stream power værdier ved de forskellige scenarier.

På enkelte strækninger ændrer værdien sig fra under 35 W/m^2 ved en vintermedianmaksimum til over 35 W/m^2 ved scenarier med 0,77 l/sek/ha og 1 l/sek/ha. Strækningerne har et godt fald og bunden er ved opmålingen betegnet som "sten" eller "hård." Strækningerne er derfor sandsynligvis tilpasset et højt energiniveau. Det anbefales at besigtige strækningen for at se, om der i praksis er risiko for erosionsproblemer.



Figur 12: Stream power værdi for Karise Bæk. Fra øverst til nederst er det: 0,58 l/sek/ha (vintermedianmaksimum), 0,77 l/sek/ha, og 1 l/sek/ha.

5. KONKLUSION PÅ ROBUSTHEDSANALYSEN

I forbindelse med kloakseparering har Faxe Forsyning ansøgt om tilladelse til at udlede 0,77 l/sek/ha fra bassin til Freerslev Å. Kapacitetsanalysen for Freerslev Å viser, at der kan tilledes hvad der svarer til 0,77 l/sek/ha fra hele oplandet samtidigt uden at det giver anledning til væsentlige oversvømmelser for nogen af de følsomme strækninger. Når udledningen øges til 1 l/s/ha, forekommer øgede oversvømmelser set i forhold til naturlig afstrømning fra oplandet. På baggrund af analyseresultatet vurderes 0,77 l/sek/ha at være det maksimalt acceptable udledningsniveau, hvis oversvømmelse af de ånære arealer skal undgås.

Kapacitetsanalysen for Karise Bæk viser, at vandløbet har en god vandføringsevne og at der således kan tilledes en udledning på 1 l/sek/ha fra hele oplandet, uden at det giver anledning til oversvømmelser af de ånære arealer.

Erosionsanalysen understøtter dette resultat. Strækninger med risiko for erosion har sandsynligvis tilpasset sig de høje energiniveauer. Det anbefales, at enkelte strækninger besigtiges for at vurdere, om der er fare for erosion.

6. REFERENCER

Regulativ for Vråby Å, Freerslev Å og Tryggevejle Å, Storstrøms Amt, marts 1993

Tilladelse til udskiftning af bro over Freerslev Å, Ejendom: 1a og 10c Babberup By, Sdr. Dalby, Faxe Kommune, september 2018

Regulativ for Vråby Å, Freerslev Å og Tryggevælde Å, Storstrøms Amt, marts 1993

Tilladelse og dispensation til at gensno del af Tryggevælde Å, uden forudgående VVM-redegørelse. Storstrøms Amt, oktober 2005.

Regulativ for Kommunevandløb nr. 7,8 og 9 Karise Bæk og Pebringe Bæk samt fra afløb fra Store Lindemose i Fakse Kommune, 1995

Regulativ for Kommunevandløb nr. 6 Fakse Kommune og Kommunevandløb nr. 13 Stevns Kommune, STEVNS Å, 1994

Regulativ for Tryggevælde Å, Amtsvandløb nr. 9, Roskilde Amt, marts 1994